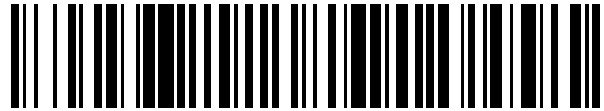


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 041**

51 Int. Cl.:

C10J 3/18 (2006.01)

B01D 53/32 (2006.01)

B01J 19/08 (2006.01)

F23G 5/08 (2006.01)

F23G 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2003 E 03722128 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 1501622**

54 Título: **Método y dispositivo para el tratamiento del efluente gaseoso de un sistema de tratamiento de residuos**

30 Prioridad:

08.05.2002 US 378357 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

22.11.2013

73 Titular/es:

CHAN, BENJAMIN CHUN PONG (50.0%)
62 Picola Court Willowdale
Ontario M2H 2N3, CA y
LAU, EDMUND KIN ON (50.0%)

72 Inventor/es:

CHAN, BENJAMIN CHUN PONG

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 431 041 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para el tratamiento del efluente gaseoso de un sistema de tratamiento de residuos

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere al tratamiento del efluente gaseoso de un sistema de tratamiento de residuos industriales o gaseosos.

Antecedentes de la invención

10 Los residuos peligrosos afectan a la salud humana debido a su toxicidad, capacidad de deflagración, corrosividad, reactividad e infección, además de ser una fuente importante de contaminación. Los residuos peligrosos han sido eliminados generalmente en vertederos, por incineración y reciclado. Sin embargo, como los incidentes por eliminación inadecuada de residuos, tales como emisiones de sustancias tóxicas en vertederos y plantas de incineración (por ejemplo, dioxinas de la incineración y lixiviados tóxicos de vertederos) comienzan a producir problemas ecológicos y de salud importantes, la sensibilización pública ha llevado a un aumento de la legislación y a políticas de protección medioambiental más restrictivas. Estas políticas han conducido a la búsqueda de otras alternativas de eliminación más eficaces, fiables y rentables.

15 Se han propuesto varios métodos basados en el arco de plasma para destruir los residuos orgánicos e inorgánicos en todas las formas, para convertir los residuos peligrosos en un gas sintético combustible para la generación de electricidad y para vitrificar los materiales no combustibles formando un vidrio estable que pueda ser eliminado de forma segura. Sin embargo, estos métodos se consideran ineficaces y tienen costes de operación y de capital muy elevados.

20 En general, se han propuesto dos tecnologías de arco de plasma, los sistemas de antorcha de plasma (en modo transferido y no transferido) y de arco de plasma con electrodo de grafito (corriente alterna o corriente continua), para generar el arco de plasma para la destrucción de los residuos peligrosos o para los procedimientos de conversión.

25 Los sistemas que emplean la antorcha de plasma no son generalmente tan eficaces energéticamente como los que usan electrodos de grafito debido a la mayor pérdida de energía del agua de refrigeración de la antorcha de plasma. La eficiencia de la antorcha de plasma es generalmente menor de 70%, especialmente cuando la antorcha de plasma metálico se sitúa y se opera dentro de un reactor/vasija caliente. Por lo tanto, las antorchas de plasma solo son eficaces para el calentamiento de gas y en el procesamiento o fabricación de materiales especiales, y no son prácticas ni económicas para la fusión de materiales. Además, cuando se usa aire como gas para obtener el plasma, se producen óxidos de nitrógeno (NO_x) y cianuro de hidrógeno (HCN) debido a las reacciones del nitrógeno y los hidrocarburos en la vasija/reactor a altas temperaturas. Además, el vapor de agua generado en la vasija se condensará sobre la superficie de la capa metálica de la antorcha de plasma. Consecuentemente, se depositará negro de carbón/hollín junto con los materiales tóxicos no disociados y se acumulará sobre la capa de metal húmedo fría lo que producirá la destrucción incompleta de los residuos peligrosos. Cuando la antorcha de plasma se retira de la vasija para el mantenimiento, los trabajadores estarán expuestos, por lo tanto, a los materiales tóxicos.

35 La vida media de los electrodos y la estabilidad (rendimiento) del arco de plasma generado por las antorchas de plasma también dependen de la atmósfera dentro de la vasija/reactor. Por lo tanto, la operación de los sistemas de antorcha de plasma es más complicada que la de los sistemas de arco de plasma con electrodo de grafito. Las antorchas de plasma metálico precisan de agua de refrigeración a alta presión para enfriar los componentes internos. La química y la conductividad eléctrica del agua de refrigeración deben ser controladas y ajustadas con el fin de evitar la corrosión química y las deposiciones minerales dentro de la antorcha. Estos requisitos hacen necesario un equipo auxiliar caro que aumenta los costes de capital y de operación.

40 Otros sistemas emplean tecnologías de arco de plasma eléctrico con electrodo de grafito. Estos sistemas pueden producir bien una oxidación importante de los electrodos de grafito o bien la excesiva formación de partículas finas de negro de carbón/hollín en la corriente de subproducto gaseoso. Se ha desarrollado un sistema con electrodos de grafito de corriente alterna y de corriente alterna combinados para proporcionar simultáneamente la generación de un arco eléctrico y el calentamiento por resistencia por efecto Joule. Otras tecnologías emplean un sistema de electrodos concéntricos y un electrodo superior único de grafito de corriente continua con el fondo conductor para la fusión y gasificación. Sin embargo, la conductividad eléctrica del electrodo inferior se debe mantenerse en todo momento en el sistema del electrodo superior único de grafito de corriente continua, especialmente cuando el electrodo inferior de la vasija/reactor está cubierto por una capa de escoria que no es eléctricamente conductora a bajas temperaturas.

45 Se ha encontrado que la cinética de la formación del negro de carbón es muy elevada durante el craqueo de hidrocarburos en condiciones levemente reductoras. Por lo tanto, el negro de carbón/hollín se produce siempre en el procedimiento reductor de gasificación por arco de plasma y debe eliminarse antes del sistema de control de la contaminación del aire posterior. Aumentar el tiempo de residencia de los subproductos dentro de la vasija/reactor o aumentar la temperatura de operación ayuda a eliminar el negro de carbón. Sin embargo, para aumentar el tiempo

de residencia es necesario usar de un dispositivo más grande o reducir el caudal de residuos alimentado. Consecuentemente, se han propuesto algunos sistemas que incluyen una cámara de post-combustión o un dispositivo de oxidación térmico para aumentar la cinética de la reacción mediante el medio turbulento como un procedimiento secundario de tratamiento de gas para asegurar una combustión completa. Sin embargo, en estos métodos se usan aire y combustible para generar el elevado calor para el procedimiento de oxidación. Consecuentemente, en estos sistemas se puede producir una corriente secundaria de residuos, tal como óxidos de nitrógeno, en dicha atmósfera oxidante.

Sería ventajoso tener un sistema y un método para el tratamiento del efluente gaseoso de los sistemas de tratamiento de residuos que aborde, al menos en parte, estas deficiencias.

Los documentos US-A-44438706 y WO 02/068114 A1 describen conceptos para el tratamiento de residuos. Según un aspecto de la invención, se proporciona un método para el tratamiento de un efluente gaseoso de un sistema de tratamiento de residuos que comprende las etapas de recibir el efluente gaseoso en un puerto de entrada de una cámara cilíndrica recubierta con material refractario, calentar la cámara ionizando un gas de trabajo usando una antorcha de plasma alimentada por corriente continua cercana al puerto de entrada en la cámara, incluyendo el gas de trabajo una mezcla de dióxido de carbono y oxígeno, convirtiendo de este modo el efluente gaseoso en un gas de salida, y evacuar el gas de salida de la cámara, con lo que la etapa de ionizar el gas de trabajo incluye la etapa de ionizar un gas de trabajo sin nitrógeno.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo para el tratamiento de un efluente gaseoso de un sistema de tratamiento de residuos que comprende una cámara cilíndrica revestida interiormente de material refractario que tiene un puerto de entrada para recibir un efluente gaseoso y un puerto de salida, una antorcha de plasma alimentada por corriente continua próxima al puerto de entrada en dicha cámara y un suministro de gas de trabajo, incluyendo dicho gas de trabajo una mezcla de dióxido de carbono y oxígeno, estando dicha antorcha configurada para recibir dicho gas de trabajo para calentar dicha cámara de forma que el efluente gaseoso se convierte en un gas de salida, que es expulsado a través de dicho puerto de salida, en el que el suministro de gas de trabajo comprende un mezclador dinámico que proporciona un gas de trabajo sin nitrógeno y acoplado a dicha antorcha de plasma, recibiendo dicho mezclador dinámico un suministro de oxígeno gaseoso y un suministro de dióxido de carbono gaseoso y mezclando dichos suministros de gas, en el que dicha cámara está dispuesta horizontalmente y en el que dicha cámara incluye un extremo anterior y un extremo posterior y una pared lateral intermedia y en el que dicha antorcha de plasma penetra dicho extremo anterior, dicho puerto de entrada incluye una tubería de entrada y dicha tubería de entrada penetra dicha pared lateral tangencialmente y próxima a dicho extremo anterior.

La presente invención proporciona un sistema para el tratamiento de un efluente gaseoso de un sistema de tratamiento de residuos, tal como un sistema de gasificación por arco con electrodo de grafito, que reduce el negro de carbón presente en el efluente gaseoso evitando a la vez la producción de óxidos de nitrógeno y otros contaminantes. El sistema incluye una cámara de post-combustión que usa una antorcha de plasma que tiene un gas de trabajo sin nitrógeno que es una mezcla de dióxido de carbono y de oxígeno. El arco de plasma ioniza el gas de trabajo, produciendo de esta forma oxígeno atómico que ayuda a eliminar el negro de carbón del efluente gaseoso.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema de tratamiento de residuos para el tratamiento de residuos peligrosos que comprende una etapa primaria de tratamiento de residuos, recibiendo dicha etapa primaria de tratamiento de residuos el residuo peligroso y produciendo un efluente gaseoso como subproducto; una etapa secundaria de tratamiento de residuos acoplada a dicha etapa primaria de tratamiento de residuos y que recibe dicho efluente gaseoso, incluyendo dicha etapa secundaria de tratamiento de residuos: una cámara cilíndrica revestida interiormente de material refractario que tiene un puerto de entrada para recibir tangencialmente dicho efluente gaseoso y un puerto de salida; una antorcha de plasma alimentada por corriente continua próxima al puerto de entrada en dicha cámara, y un suministro de un gas de trabajo, incluyendo dicho gas de trabajo una mezcla de dióxido de carbono y de oxígeno; estando configurada dicha antorcha de plasma para recibir dicho gas de trabajo para calentar dicha cámara de forma que dicho efluente gaseoso se convierta en un gas de salida que es expulsado a través de dicho puerto de salida, donde el suministro de gas de trabajo comprende un mezclador dinámico que proporciona un gas de trabajo sin nitrógeno y acoplado a dicha antorcha de plasma, recibiendo dicho mezclador dinámico un suministro de oxígeno gaseoso y un suministro de dióxido de carbono gaseoso y mezclando dichos suministros de gas, en el que dicha cámara está dispuesta horizontalmente y en el que dicha cámara incluye un extremo anterior, un extremo posterior y una pared lateral intermedia, y en el que dicha antorcha de plasma penetra dicho extremo anterior, dicho puerto de entrada incluye una tubería de entrada y dicha tubería de entrada penetra dicha pared lateral tangencialmente y próxima a dicho extremo anterior.

Otros aspectos y características de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica mediante la revisión de la siguiente descripción de los modos de realización específicos de la invención junto con las figuras adjuntas.

Ahora se hará referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos que muestran un modo de realización de la presente invención, y en los que:

la figura 1 muestra un diagrama de un sistema de tratamiento de residuos según la presente invención;

la figura 2 muestra un diagrama de bloques de la vista en planta superior del sistema de tratamiento de residuos; y

5 la figura 3 muestra un perfil transversal de un dispositivo de oxidación ciclónico según la presente invención.

En las diferentes figuras se usan los mismos numerales para denominar los mismos componentes.

10 Con referencia en primer lugar a la figura 1 que muestra un diagrama de un sistema 100 de tratamiento de residuos según la presente invención, y a la figura 2 que muestra un diagrama de bloques de la vista en planta superior del sistema 100 de tratamiento de residuos. El sistema 100 incluye un gasificador/horno de fusión 4 por arco de plasma de corriente continua con electrodo de grafito y un dispositivo de oxidación ciclónico 3 por antorcha de plasma. El material de residuo se introduce en el gasificador/horno de fusión 4 que funde el material no combustible y disocia los materiales orgánicos. El gasificador/horno de fusión 4 produce un efluente gaseoso que es conducido hacia el dispositivo de oxidación ciclónico 3. A continuación, el dispositivo de oxidación ciclónico 3 trata el efluente gaseoso según la presente invención. El gasificador/horno de fusión 4 también se puede denominar cámara de gasificación/vitrificación.

15 Antes de alimentar el residuo peligroso en el gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua con electrodo de grafito para su destrucción, el gasificador/horno de fusión 4 se precalienta a una temperatura por encima de 1.500°C fundiendo chatarra de acero en el gasificador/horno de fusión 4. El gasificador/horno de fusión 4 está revestido con material refractario y las paredes laterales y la cubierta del gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua están refrigeradas por agua para extender la vida útil del material refractario minimizando la erosión mecánica y la corrosión química por acción del fundido. El sistema refractario sirve para contener el fundido y minimizar las pérdidas de calor en el gasificador/horno de fusión 4. El material refractario también es compatible químicamente con la escoria y con el subproducto gaseoso generado.

20 Como se muestra en la figura 2, los dos electrodos de grafito penetran a través de la cubierta del gasificador/horno de fusión 4. Las abrazaderas de electrodo 16 y 17 mantienen los electrodos de grafito y están conectadas a la fuente de alimentación 2 de corriente continua. La abrazadera de electrodo 16 está conectada al cátodo y la abrazadera de electrodo 17 está conectada al ánodo de la fuente de alimentación 2. Las abrazaderas de electrodo 16 y 17 están acopladas a los brazos portaelectrodos 15 como parte de un sistema de guía de los electrodos de respuesta automática que mueve los brazos portaelectrodos 15. El sistema de guía de los electrodos de respuesta automática mueve los brazos portaelectrodos 15 de forma que se ajusta la posición relativa de los dos electrodos de grafito y su posición con respecto al material fundido en el crisol del gasificador/horno de fusión 4. Ajustar de la posición relativa de los electrodos de grafito afecta a la longitud del arco. Se usa una junta para electrodos en la cubierta para permitir el ajuste de los electrodos evitando a la vez que el aire ambiente penetre y que el subproducto gaseoso escape del gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua.

25 Una ventana de visualización 25 en el gasificador/horno de fusión 4 permite la inserción constante de chatarra de acero. El electrodo anódico sujeto por la abrazadera de electrodo 17 está enterrado y en la chatarra de acero y el electrodo catódico sujeto por la abrazadera de electrodo 16 se sitúa por encima de la chatarra de acero. A continuación, el electrodo catódico se hace descender lentamente hasta que se establece un arco entre el electrodo catódico y la chatarra de acero. La chatarra de acero comienza a fundirse para formar un baño fundido a una temperatura por encima de 1.500°C. Cuando la chatarra de acero está totalmente fundida en el crisol, el electrodo catódico se eleva para obtener una longitud de arco grande y el electrodo anódico permanece sumergido en el baño fundido.

30 El sistema 100 incluye un mecanismo de alimentación para introducir residuos peligrosos sólidos en el gasificador/horno de fusión 4. En otro modo de realización, en lugar de recibir directamente residuos peligrosos sólidos, el gasificador/horno de fusión 4 puede recibir subproductos tóxicos de un procedimiento químico o de incineración principal. El procedimiento químico o de incineración principal genera subproductos tóxicos que se reducen a una escoria estable no tóxica en el gasificador/horno de fusión 4.

35 En el presente modo de realización, el mecanismo de alimentación incluye una cinta transportadora 20 y una cámara 22 estanca a los gases que está conectada al gasificador/horno de fusión 4. Una entrada 21 estanca a los gases separa la cinta transportadora y la cámara 22 estanca a los gases, y una puerta 24 estanca a los gases y refrigerada por agua separa la cámara 22 estanca a los gases y el gasificador/horno de fusión 4.

40 Los residuos se pueden suministrar a través de la cinta transportadora 20 a la cámara 22 estanca a los gases a través de la entrada 21 estanca a los gases. Después de que se ha suministrado un lote de residuos en la cámara 22 estanca a los gases, a continuación se cierra la entrada 21 estanca a los gases. Entonces se hace el vacío en la cámara 22 estanca a los gases para eliminar el aire de la cámara 22 estanca a los gases abriendo la válvula 14 de control del vacío. A continuación, se cierra la válvula 14 de control de vacío y se abre la válvula 13 de control del dióxido de carbono para rellenar la cámara 22 estanca a los gases con dióxido de carbono para evitar que los

subproductos gaseosos salgan del gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua cuando la puerta 24 estanca a los gases y refrigerada por agua comience a abrirse. La cámara 22 estanca a los gases incluye un cabezal hidráulico 23 resistente a las altas temperaturas para impulsar los residuos hacia adelante en la cámara 22 estanca a los gases. Cuando la puerta 24 estanca a los gases está totalmente abierta, el cabezal 23 empuja los residuos dentro del gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua a través de un conducto en la pared lateral o en la cubierta. Una vez que los residuos han sido empujados en el gasificador/horno de fusión 4, el cabezal 23 se retrae a su posición original en la cámara 22 estanca a los gases. A continuación se cierra la puerta 23 estanca a los gases y refrigerada por agua, la válvula 13 se cierra y la válvula 14 de vacío se abre para eliminar el dióxido de carbono en la cámara 22 estanca a los gases hasta que la entrada 21 estanca a los gases comienza a abrirse para recibir residuos adicionales desde la cinta transportadora 20 para completar un ciclo de alimentación de residuos sólidos.

Para residuos peligrosos líquidos y gaseosos, los residuos se miden y se bombean a través de una boquilla de atomización retráctil resistente a las altas temperaturas en la pared lateral sobre el baño fundido en el gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua. Se usa vapor de agua como gas portador y para purgar la línea de alimentación de líquido/gas para limpieza.

Dentro del gasificador/horno de fusión 4, los residuos se exponen a una atmósfera a una temperatura extremadamente caliente y al arco eléctrico generado entre el electrodo catódico 16 y el hierro fundido. La materia orgánica en el residuo se disocia en sus formas atómicas. Debido a la condición de temperatura elevada, se puede evitar completamente la formación de dioxina/furano. La materia no combustible que incluye metales y vidrios se funde y se mezclan con el hierro fundido para producir la escoria y metal líquidos en el crisol. La escoria y metal se retiran ocasionalmente del gasificador/horno de fusión 4 de arco de corriente continua abriendo una piqueta 19 con un taladro. En las paredes laterales, la cubierta y el fondo hay instalados termopares para controlar la temperatura del desagüe de seguridad y la temperatura refractaria. Si las temperaturas refractaria y del desagüe de seguridad comienzan a disminuir, se aumenta la potencia de los electrodos aumentando la corriente o el voltaje en el electrodo catódico. La presión dentro del gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua se mantiene en valores negativos para evitar la liberación a la atmósfera de subproductos mediante un extractor de un sistema de control 8 de la contaminación del aire.

El gas producido por el gasificador/horno de fusión 4 se trata en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. El dispositivo de oxidación ciclónico 3 está acoplado con el gasificador/horno de fusión 4 de forma que recibe los subproductos gaseosos producidos en el gasificador/horno de fusión 4. Los subproductos gaseosos generados en el gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua pueden incluir, en un modo de realización, monóxido de carbono, hidrógeno, hidrocarburos ligeros, negro de carbón y una pequeña cantidad de dióxido de carbono. El negro de carbón/hollín siempre representa un problema operativo importante en la recuperación de la energía y los sistemas de control de la contaminación del aire posteriores debido a su pequeño tamaño de partícula. Además, el negro de carbón/hollín puede actuar como lugar de nucleación para que se formen de nuevo compuestos orgánicos tóxicos. Este efluente gaseoso entra en el dispositivo de oxidación ciclónico 3 tangencialmente a una velocidad muy elevada, creando de este modo una condición ciclónica en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. En un modo de realización, el dispositivo de oxidación ciclónico 3 está dispuesto de forma aproximadamente horizontal, con una ligera pendiente descendente desde el extremo anterior al extremo posterior.

Con respecto ahora a la figura 3, que muestra el perfil transversal de un dispositivo de oxidación ciclónico según la presente invención. Se usa una tubería 26 de efluente gaseoso recta vertical forrada de material refractario para conectar el gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua y el dispositivo de oxidación ciclónico 3. La tubería 26 de efluente gaseoso inyecta el subproducto gaseoso tangencialmente en fondo del dispositivo de oxidación ciclónico 3 cerca de su extremo posterior. La tubería 26 de efluente gaseoso recta vertical minimiza la caída de presión entre el gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua y el dispositivo de oxidación ciclónico 3 con el fin de mejorar el caudal de la corriente de efluente gaseoso en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. La eficacia de la reacción de oxidación aumenta por la mezcla interna intensa entre el subproducto gaseoso y el oxígeno atómico inyectado y el vapor de agua producido por la fuerza de la acción ciclónica en el dispositivo de oxidación ciclónico 3.

En otro modo de realización, el dispositivo de oxidación ciclónico 3 trata el efluente gaseoso generado por una reacción química principal o un procedimiento de incineración, en cuyo caso el efluente gaseoso se suministra directamente en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. En este caso, el gasificador/horno de fusión 4 puede ser innecesario.

El dispositivo de oxidación ciclónico 3 incluye una antorcha de plasma 18 de corriente continua situada en su extremo anterior. La antorcha de plasma 18 precalienta el dispositivo de oxidación ciclónico por encima de 1.300°C. La antorcha de plasma 18 de corriente continua está alimentada por una fuente 1 de corriente continua. En un modo de realización, la fuente de corriente continua 1 para la antorcha de plasma 18 está separada de la fuente de corriente continua 2 del gasificador/horno de fusión 4, de forma que se asegura que el dispositivo de oxidación ciclónico 3 siga operativo si la fuente 2 del gasificador/horno de fusión 4 falla. El dispositivo de oxidación ciclónico 3 está recubierto de material refractario 32 y se han situado termopares 27, 28 y 29 a lo largo de la cara interior del material refractario 32 para controlar la temperatura de la superficie caliente. Si la temperatura cae por debajo de

1.350°C durante el procedimiento de tratamiento, se aumenta la potencia de la antorcha de plasma 18 o la inyección de oxígeno. La operación de la antorcha de plasma 18 puede estar controlada mediante un controlador del procedimiento 6 (figura 2) mediante un bucle de retroalimentación. Según la presente invención, el controlador del procedimiento 6 puede incluir un microcontrolador programado adecuadamente para ejecutar una serie de instrucciones o funciones para poner en funcionamiento una serie de etapas de control y proporcionar señales de control.

La antorcha de plasma 18 emplea una mezcla de dióxido de carbono y oxígeno como gas de trabajo para el plasma. Los gases se mezclan inicialmente en un mezclador dinámico 5 que regula de forma sensible la composición de la mezcla de gases y controla el caudal de la mezcla de gases según las condiciones de operación deseadas y las necesidades de gas para el plasma. En un modo de realización, el contenido de oxígeno en la mezcla de gases es de 15% a 25% en volumen y preferiblemente de 21%. En el mezclador dinámico 5 se incluye un sensor de oxígeno para controlar el contenido de oxígeno en la mezcla de gases. El uso de dióxido de carbono y de oxígeno como gases de trabajo evita la formación de óxidos de nitrógeno y cianuro de hidrógeno. El mezclador dinámico 5 puede recibir señales de control del controlador del procedimiento 6.

Cuando la mezcla de gases es ionizada en la zona del arco de plasma en la que la temperatura supera los 5.000°C, el dióxido de carbono se disocia en monóxido de carbono y oxígeno atómico que es muy reactivo. La combinación de la presencia del oxígeno atómico reactivo con el medio turbulento mejorado dentro del dispositivo de oxidación ciclónico 3, hace que el negro de carbón/hollín y los materiales tóxicos efímeros en el subproducto gaseoso puedan ser eficazmente transformados y destruidos. Las partículas en el subproducto gaseoso se funden para formar una capa fundida retenida sobre las paredes laterales por la fuerza centrífuga creada por la acción del ciclón en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. El material fundido fluye descendentemente hacia el fondo de la corriente inferior, que está equipado con un conducto 33 acoplado con un contenedor 34 para recibir el material fundido. A continuación, los materiales fundidos solidifican en el contenedor 34 y se retiran y se vuelven a introducir en gasificador/horno de fusión 4 por arco de corriente continua para la vitrificación de la escoria.

El oxígeno y el vapor de agua se miden y se inyectan en el dispositivo de oxidación ciclónico 3 como agente oxidante a través de las válvulas de control 10 y 11. Los gases se atomizan mediante las boquillas de atomización 30 y 31 resistentes a la elevada temperatura. El controlador del procedimiento 6 incluye un sensor de control del efluente gaseoso en línea para analizar la composición del subproducto gaseoso en monóxido de carbono, hidrógeno, hidrocarburos y dióxido de carbono. A partir de los datos analizados, el controlador del procedimiento 6 envía rápidamente una señal de control del procedimiento a las válvulas de control 10 y 11 para controlar las inyecciones de oxígeno y de vapor de agua. Con residuos con valores de poder calorífico bajos, el dispositivo de oxidación ciclónico 3 convierte completamente el subproducto gaseoso en residuos y dióxido de carbono para producir un gas de escape limpio en la atmósfera aumentando la inyección de oxígeno o de vapor de agua hasta que la concentración total de hidrocarburos ligeros y de monóxido de carbono es menor que 20 ppm. Con residuos con valores de poder calorífico elevados, el subproducto gaseoso final puede ser un gas sintético combustible de alta calidad para la generación de electricidad. Cuando la concentración de dióxido de carbono está por encima de 3%, se disminuye la inyección de vapor de agua y/o de oxígeno. Y cuando la concentración del dióxido de carbono está por debajo de 1% se aumenta la inyección de oxígeno y de vapor de agua.

Con respecto de nuevo a la figura 1, el calor sensible en el subproducto gaseoso generado por el dispositivo de oxidación ciclónico 3 se recupera mediante un intercambiador de calor 7 para producir agua caliente o vapor de agua para mejorar la eficacia del procedimiento global. El vapor de agua se recicla al sistema de alimentación del residuo líquido/gaseoso como gas portador y al dispositivo de oxidación ciclónico 3 como agente oxidante. El gas enfriado es tratado por el sistema 8 de control de contaminación del aire antes de que el producto final gaseoso se almacene como gas sintético combustible que contiene principalmente hidrógeno y monóxido de carbono, o el producto final gaseoso se comprime en un compresor 9 para producir dióxido de carbono licuado.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método de tratamiento de un efluente gaseoso de un sistema de tratamiento de residuos, que comprende las etapas de recibir el efluente gaseoso en un puerto de entrada de una cámara cilíndrica recubierta con material refractario; calentar dicha cámara ionizando un gas de trabajo usando una antorcha de plasma (18) alimentada por corriente continua cercana al puerto de entrada en dicha cámara, incluyendo dicho gas de trabajo una mezcla de dióxido de carbono y oxígeno, convirtiendo de este modo dicho efluente gaseoso en un gas de salida; y evacuar el gas de salida de dicha cámara, caracterizado porque la etapa de ionizar el gas de trabajo incluye la etapa de ionizar un gas de trabajo sin nitrógeno.
- 2.- El método según la reivindicación 1, en el que dicha mezcla de dióxido de carbono y oxígeno incluye entre 15% y 25% de oxígeno en volumen.
- 3.- El método según las reivindicaciones 1 ó 2, que incluye además una etapa de inyectar oxígeno atomizado y vapor de agua atomizado en dicha cámara.
- 4.- El método según la reivindicación 3, que incluye además las etapas de analizar el contenido de dicho gas de salida y controlar dicha inyección de oxígeno y de vapor de agua en función de dicha etapa de análisis.
- 5.- El método según la reivindicación 4, que incluye además una etapa de mezclar un suministro de oxígeno gaseoso y un suministro de dióxido de carbono gaseoso para crear dicho gas de trabajo en un mezclador dinámico.
- 6.- El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha etapa de ionización se realiza en una zona de plasma a una temperatura de operación mayor que 5.000°C.
- 7.- El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que incluye además una etapa de medir una temperatura en dicha cámara, en la que dicha temperatura se mantiene a más de 1.300°C.
- 8.- El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho gas de trabajo consiste en dióxido de carbono y oxígeno.
- 9.- Un dispositivo para el tratamiento de un efluente gaseoso de un sistema de tratamiento de residuos, que comprende:
- una cámara cilíndrica revestida interiormente de material refractario que tiene un puerto de entrada para recibir el efluente gaseoso y un puerto de salida; una antorcha de plasma (18) alimentada por corriente continua próxima al puerto de entrada en dicha cámara y un suministro de gas de trabajo, incluyendo dicho gas de trabajo una mezcla de dióxido de carbono y oxígeno; estando dicha antorcha de plasma (18) configurada para recibir dicho gas de trabajo para calentar dicha cámara de forma que el efluente gaseoso se convierte en un gas de salida, que es expulsado a través de dicho puerto de salida, caracterizado porque el suministro de gas de trabajo comprende un mezclador dinámico (5) que proporciona un gas de trabajo sin nitrógeno y acoplado a dicha antorcha de plasma (18), recibiendo dicho mezclador dinámico (5) un suministro de oxígeno gaseoso y un suministro de dióxido de carbono gaseoso y mezclando dichos suministros de gas, en el que dicha cámara está dispuesta horizontalmente y en el que dicha cámara incluye un extremo anterior, un extremo posterior y una pared lateral intermedia, y en el que dicha antorcha de plasma (18) penetra dicho extremo anterior, dicho puerto de entrada incluye una tubería de entrada (26) y dicha tubería de entrada (26) penetra dicha pared lateral tangencialmente y próxima a dicho extremo anterior.
- 10.- El dispositivo según la reivindicación 9, en el que dicha mezcla de dióxido de carbono y oxígeno incluye entre 15% y 25% de oxígeno en volumen.
- 11.- El dispositivo según las reivindicaciones 9 ó 10, que incluye además un inyector de oxígeno (30) en comunicación con dicha cámara para inyectar oxígeno atomizado y un inyector de vapor de agua (31) en comunicación con dicha cámara para inyectar vapor de agua atomizado.
- 12.- El dispositivo según la reivindicación 11, en el que dicho inyector de oxígeno y dicho inyector de vapor de agua (31) incluyen boquillas de atomización resistentes al calor en comunicación fluida con dicha cámara.
- 13.- El dispositivo según la reivindicación 11, que incluye además un sensor acoplado con dicho puerto de salida para analizar el contenido de dicho gas de salida, y un controlador del procedimiento (6) acoplado a dicho sensor para recibir los datos de dicho sensor y acoplado con dichos inyectores (30, 31) para controlar la inyección de oxígeno y de vapor de agua.
- 14.- El dispositivo según la reivindicación 13, en el que dicho mezclador mezcla dichos suministros de gas en respuesta a las señales de control de dicho controlador del procedimiento (6).
- 15.- El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que dicha antorcha de plasma (18) incluye una zona de plasma que opera a una temperatura mayor que 5.000°C.

16.- El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, que incluye además sensores de temperatura en dicha cámara y en el que la temperatura dentro de dicha cámara se mantiene por encima de 1.300°C.

17.- El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 16, en el que dicho gas de trabajo consiste en dióxido de carbono y oxígeno.

5 18.- Un sistema de tratamiento de residuos para tratar residuos peligrosos, que comprende una etapa primaria de
tratamiento de residuos, recibiendo dicha etapa primaria de tratamiento de residuos el residuo peligroso y
produciendo un efluente gaseoso como subproducto; una etapa secundaria de tratamiento de residuos acoplada a
dicha etapa primaria de tratamiento de residuos y que recibe dicho efluente gaseoso, incluyendo dicha etapa
10 secundaria de tratamiento de residuos: una cámara cilíndrica revestida interiormente de material refractario que tiene
un puerto de entrada para recibir tangencialmente dicho efluente gaseoso y un puerto de salida; una antorcha de
plasma (18) alimentada por corriente continua próxima al puerto de entrada en dicha cámara, y un suministro de un
gas de trabajo, incluyendo dicho gas de trabajo una mezcla de dióxido de carbono y de oxígeno; estando
15 configurada dicha antorcha de plasma (18) para recibir dicho gas de trabajo para calentar dicha cámara de forma
que dicho efluente gaseoso se convierta en un gas de salida que es expulsado a través de dicho puerto de salida,
caracterizado porque el suministro de gas de trabajo comprende un mezclador dinámico (5) que proporciona un gas
de trabajo sin nitrógeno y acoplado a dicha antorcha de plasma (18), recibiendo dicho mezclador dinámico (5) un
suministro de oxígeno gaseoso y un suministro de dióxido de carbono gaseoso y mezclando dichos suministros de
20 gas, en el que dicha cámara está dispuesta horizontalmente y en el que dicha cámara incluye un extremo anterior,
un extremo posterior y una pared lateral intermedia, y en el que dicha antorcha de plasma (18) penetra dicho
extremo anterior, dicho puerto de entrada incluye una tubería de entrada (26) y dicha tubería de entrada (26) penetra
dicha pared lateral tangencialmente y próxima a dicho extremo anterior.

19.- El sistema de tratamiento de residuos según la reivindicación 18, en el que dicha mezcla de dióxido de carbono y de oxígeno incluye entre 15% y 25% de oxígeno en volumen.

20.- El sistema de tratamiento de residuos según las reivindicaciones 18 ó 19, en el que dicha etapa primaria de
25 tratamiento de residuos incluye una cámara de gasificación/vitrificación (22) y un sistema de cinta transportadora
(20) acoplado a dicha cámara de gasificación/vitrificación (22) a través de una puerta (21) estanca a los gases,
alimentando dicho sistema de cinta transportadora (20) residuos peligrosos sólidos en dicha cámara de
gasificación/vitrificación (22).

21.- El sistema de tratamiento de residuos según una cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, en el que dicho
30 sistema primario de tratamiento de residuos incluye una cámara de gasificación/vitrificación (22) y una tubería de
entrada acoplada a dicha cámara de gasificación/vitrificación, alimentando dicha tubería de entrada residuos
peligrosos líquidos o gaseosos en dicha cámara de gasificación/vitrificación (22).

22.- El sistema de tratamiento de residuos según una cualquiera de las reivindicaciones 18 a 21, en el que dicha
35 etapa primaria de tratamiento de residuos incluye un gasificador/horno de fusión (4) por arco de plasma con
electrodo de grafito.

23.- El sistema de tratamiento de residuos según la reivindicación 22, en el que dicho gasificador/horno de fusión (4)
por arco de plasma con electrodo de grafito incluye un par de electrodos de grafito separados, sujeto cada uno de
ellos por una abrazadera de electrodo (16, 17) unida a un brazo portaelectrodos (15) móvil, donde dichos brazos
portaelectrodos (15) se pueden operar para ajustar la distancia relativa entre dicho par de electrodos de grafito
40 separados o entre dichos electrodos y un material fundido dentro de dicho gasificador/horno de fusión (4) por arco
de plasma con electrodos de grafito, ajustando de esta forma la longitud del arco.

24.- El sistema de tratamiento de residuos según una cualquiera de las reivindicaciones 18 a 23, en el que dicho gas de trabajo consiste en dióxido de carbono y oxígeno.

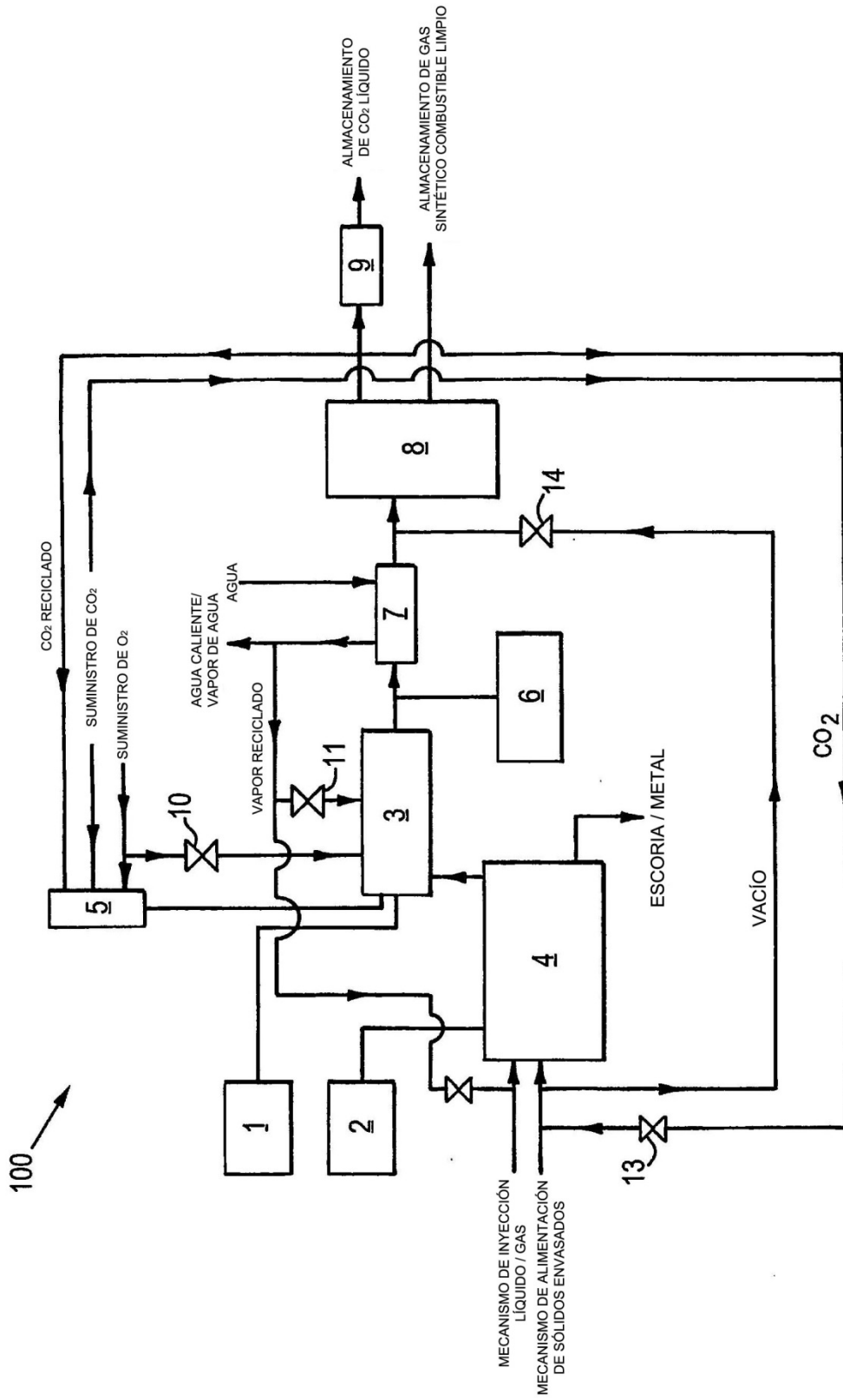


FIG. 1

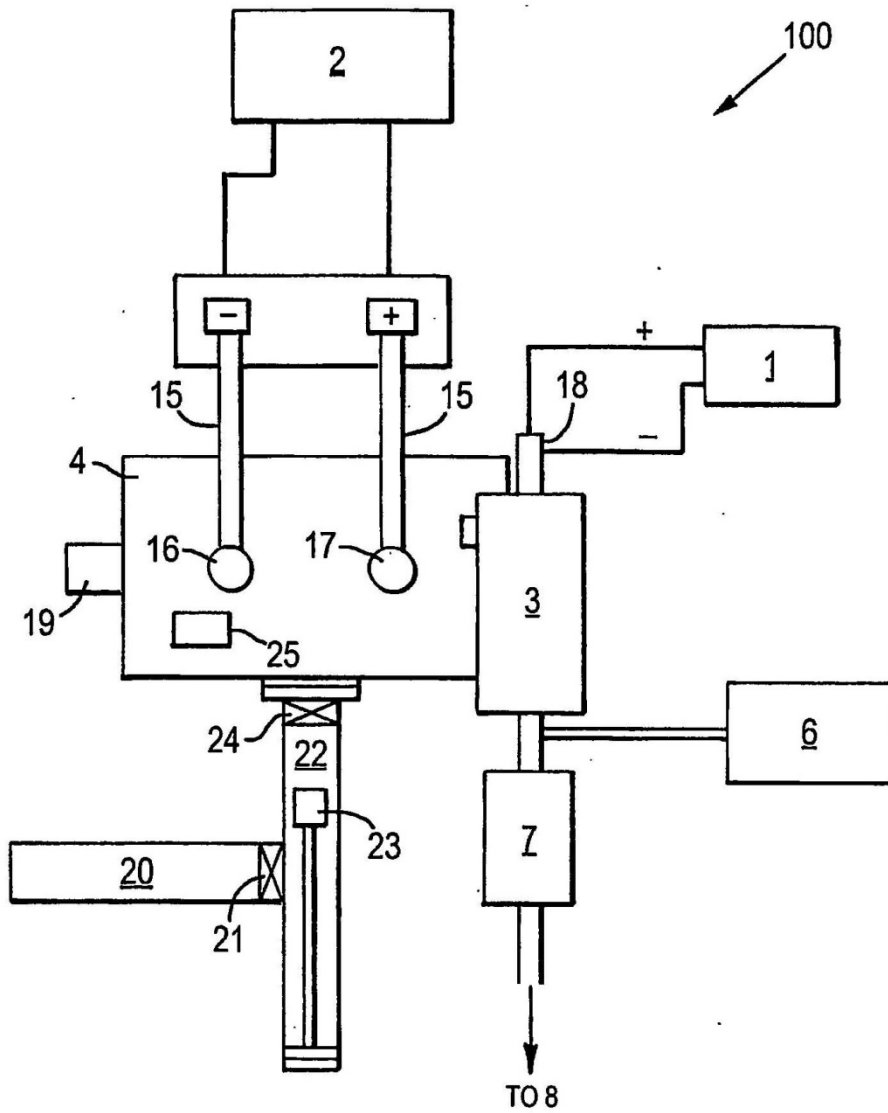


FIG. 2

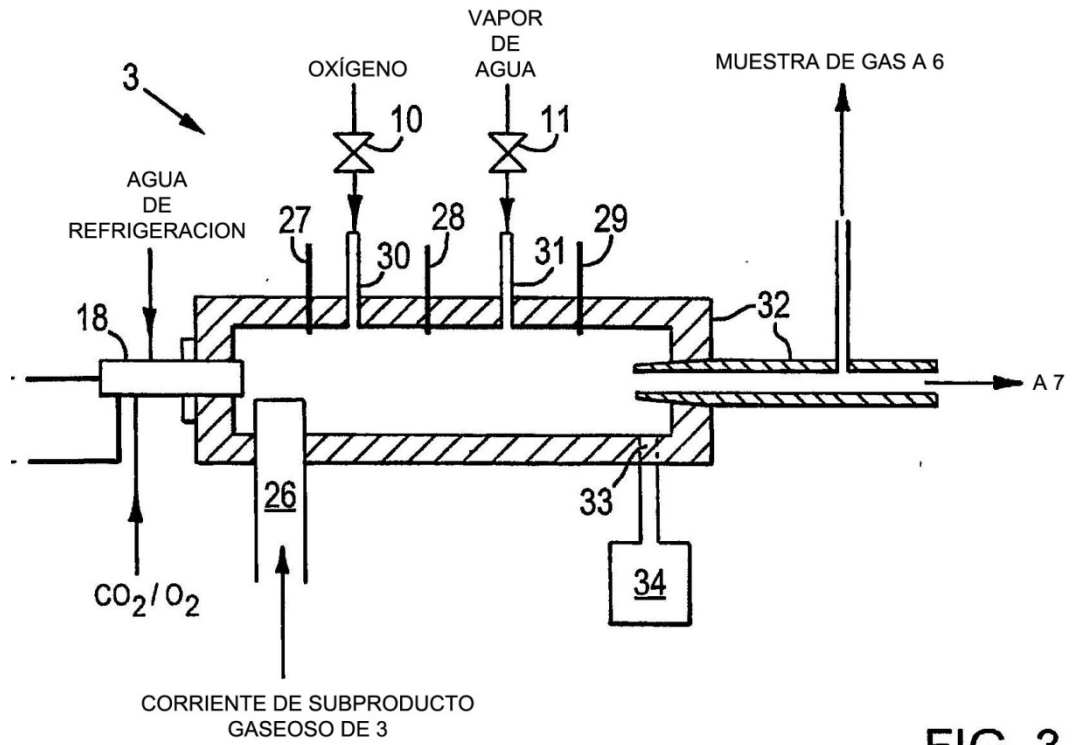


FIG. 3